

CRIOTEXTURIZAÇÃO DE PROTEÍNAS DE SOJA *

MARIA LUCIA MASSON **
HILMAR ADELBERT FUGMANN ***

Buscou-se determinar as condições nas quais obtém-se da proteína de soja submetida ao processo de criotexturização, produtos substitutivos de carne, variando-se o teor de sólidos na dispersão, pH e temperatura de congelamento. A avaliação dos produtos foi realizada por análise sensorial para determinação principalmente da textura obtida. O teor de sólidos foi a variável que influiu de modo mais marcante na qualidade da textura obtida. De acordo com o teor de sólidos obteve-se texturas diferenciadas, que foram analisadas por equipe de provadores treinados caracterizadas por diferentes tipos de carnes, como de aves e peixes.

1 INTRODUÇÃO

A texturização é uma técnica altamente empregada tanto para proteínas de origem animal como proteínas de origem vegetal, e varia de um simples amaciamento do alimento, empregando enzimas como a papaína até métodos bastante complexos, como a extrusão, a criotexturização e a fiação. A importância desta técnica está ligada ao fato de que a proteína de origem animal, especificamente falando sobre carne, é um produto de alto valor nutritivo aliado a características organolépticas únicas, de alto valor econômico e de disponibilidade limitada, fazendo com que a utilização seja a máxima possível. Pode-se constatar este fato pelo grande emprego da proteína recuperada no processamento das carnes de aves. Ao lado do uso cada vez mais racional do produto, tem-se ainda a utilização de proteínas de origem vegetal, como a de soja, que pela grande disponibilidade tornou-se fonte importante de proteína.

* Dissertação de Mestrado em Tecnologia Química, Área de Concentração em Alimentos, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

** Professora Assistente, Departamento de Tecnologia Química, UFPR.

*** Professor Orientador da Dissertação, UFPR.

A proteína da soja é de natureza globular, insolúvel em pH 4 a 5 e apresenta solubilidade máxima em pH 6. Por ação do calor, em meio úmido, formam géis ao invés de se tornarem insolúveis (concentrações acima de 7%, aquecimento entre 70° e 100 °C por 10 a 30 minutos) (MARKLEY, 1950, WOLF, 1972). O mecanismo de transformação destas proteínas globulares em fibrilares pode ser representado em cinco etapas principais. Na primeira, a proteína é dissolvida em sistema aquoso e desnaturada, de modo a apresentar-se em configuração de serpentina ao acaso, sendo as ligações intermoleculares dissulfeto reduzidas, para prevenir a desnaturação completa das proteínas. Na segunda etapa, as proteínas são separadas para serem estiradas. Na terceira, são alinhadas e fixadas antes de retornarem a uma distribuição randômica. Na quarta etapa, a fibra já formada é anelada por aquecimento, sob estiramento abaixo de sua temperatura de fusão, causando o crescimento de áreas cristalinas e finalmente na quinta etapa, a fibra é curada por agentes ligantes para endurecer e tornar-se insolúvel na água.

Os primeiros processos para a texturização da proteína de soja foram descritos por CAMPBELL (1981), sendo os principais a extrusão termoplástica, a texturização pelo vapor, a fiação ou fibrilação e os isolados protéicos estruturados, dentre os quais incluem-se as proteínas criotexturizadas.

O processo de criotexturização constitui-se basicamente no congelamento de uma dispersão aquosa, sendo o crescimento e alinhamento dos cristais de gelo controlado. Até o ponto eutético ser atingido somente a água congela, formando cristais de gelo distintos e separados. O resfriamento de uma única superfície do sistema protéico geralmente provoca o crescimento de cristais alinhados e perpendiculares a superfície. Os cristais crescem como agulhas, forçando o material protéico para fora do espaço ocupado, e drenam as moléculas de água, ligando-as sobre a superfície dos cristais e concentrando o material presente na dispersão. Após o degelo, o material permanece compactado na forma dos espaços intersticiais, longos, finos e paralelos. Em alguns materiais, como o tofu e proteínas de carne ou de aves, o congelamento e o armazenamento refrigerado estabilizam parcialmente a estrutura fibrosa. Porém quando a estrutura é frágil deve ser estabilizada pelo calor, tratamento químico (etanol) ou desidratação (por exemplo, liofilização). A forma, número, alinhamento e natureza dos cristais são fatores que afetam o crescimento dos cristais e a estrutura das fibras (LAWRENCE, CONSOLACION & JELEN, 1986). Durante a concentração e imobilização do lodo protéico na matriz formada por cristais de gelo, o lodo não congelado está sujeito a mudanças de pH, acidez titulável, força iônica, viscosidade, teor de umidade, atividade de água, potencial de oxi-redução e pressão mecânica. A temperatura final de armazenagem pode tornar-se fator crítico, por produzir efeito substancial concentrado e localizado através do congelamento de certas quantidades de água, e ainda suprir energia

suficiente para suportar a mobilidade e interações químicas. O processo de congelamento exerce ainda considerável pressão mecânica sobre o material concentrado nos espaços intersticiais, devido ao aumento em 9% no volume, que ocorre quando a água cristaliza. O pré-tratamento do lodo protéico antes do processo de criotexturização assumem grande importância em todos esses fenômenos físico-químicos. As reações químicas requeridas para a polimerização intermolecular, caracterizando a formação de fibras protéicas, dependem de pré-tratamento adequado. A natureza das proteínas desempenham papel de importância fundamental para o sucesso da criotexturização (LAWRENCE, CONSOLACION & JELEN, 1986).

MIYAWAKI, ABE & YANO (1992) analisaram, fotograficamente, a estrutura da coalhada de proteína de soma e gel de albumina de ovo congelados sob várias condições. A estrutura dendrítica do gelo foi observada crescendo a partir da placa de congelamento paralelamente a direção do fluxo de calor. O tamanho médio da estrutura foi inversamente proporcional a velocidade de deslocamento da frente de congelamento e a constante de proporcionalidade apresentou valores próximos ao do coeficiente de difusão da água, mostrando a importância do mecanismo de difusão molecular no processo de crescimento dos cristais de gelo.

MASSON (1987) utilizou o extrato de soja hidrossolúvel no processo de criotexturização, para elaboração de produtos similares a carnes, obtendo produtos com variadas texturas, em função do teor de sólidos da dispersão.

MORIKAWA, SAITO & HIROTSUKA descreveram processo para obtenção de material protéico de soja, envolvendo congelamento lento de solução de proteína de soja tratada pelo calor na ausência de metal alcalino para produzir material protéico de soja, no qual as camadas da estrutura são orientadas ao longo de cristais de gelo extra-celulares. O material produzido foi descrito como sendo de textura macia, que desmancha na boca quando somente degelado e textura similar a de carnes, quando aquecido (EUROPEAN PATENT APPLICATION, 1995).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia seguiu a sistemática descrita por DE MAN (1976) para produção de proteína criotexturizada, partindo-se do extrato hidrossolúvel de soja como matéria-prima. O extrato apresentou a seguinte composição básica: 3,48% em umidade; 57% em proteína; 2% em lipídios; 30,02% em carboidratos; 6,50% em cinzas e 1% em fibras.

A seqüência de operações apresentada na Figura 1 descreve as etapas do fluxograma de processamento. As variáveis foram o teor de sólidos na

dispersão, em três faixas: 10%, 15% e 18%; três faixas de pH: 4,5, 5,0 e 6,0 e duas temperaturas de congelamento: -15° e -25 °C. O extrato de soja foi solubilizado em água, usando-se a proporção de 10 g para 100 mL de água. A coagulação da proteína foi realizada com cloreto de cálcio, adicionado na forma de solução a 5% de concentração, na temperatura de 90 °C e o tempo de espera para a coagulação completa foi de duas horas. Após a separação do soro por filtração com centrifugação, o material apresentou-se na forma de coágulos de cor clara, os quais foram moídos, desfazendo a combinação física aglutinada do material. O teor de sólidos após a moagem do material foi de 21,54%. A proteína foi então redissolvida em água, de modo a obter-se dispersões, com as concentrações requeridas. Ajustou-se o pH quando necessário pela adição de solução a 10% de ácido cítrico. O material assim preparado foi colocado em recipientes de isopor, de forma cilíndrica, com altura igual a 4 vezes o diâmetro, para o congelamento. O material acondicionado nestes recipientes foi levado ao congelador nas temperaturas de -15 °C e -25 °C do meio congelante. Após terminado o congelamento, o material atingiu a temperatura de -10 °C e -20 °C, sendo o produto submetido a estabilização pelo calor, utilizando-se vapor. O material foi então cortado em fatias de 2 cm de espessura, e aromatizado. Efetuou-se a desidratação, em secador de bandejas com circulação de ar forçada, temperatura do ar de secagem de 80 °C e teor médio de umidade final inferior a 8%.

As amostras foram avaliadas sensorialmente quanto às características de cor, aparência, sabor, aroma e textura. Os testes foram realizados por equipe treinada composta por cinco pessoas.

O teste de Escala Estruturada, utilizado para medir a textura global do alimento mediante escala de 13 pontos, varia de 0 a 12, sendo 0 correspondente a nenhuma firmeza e 12, extremamente firme. O teste de Escala de Qualidade teve como finalidade avaliar a qualidade geral do produto, usando escala de 9 pontos, sendo o valor 1 correspondente ao produto com pouca qualidade ou pobre e o valor 9, correspondente ao produto ótimo. O teste de Escala Hedônica indica a preferência de cada uma das amostras. Sua escala varia de 1 a 9, sendo que o valor correspondente a 1 evidencia reação negativa ao produto (desgostei muitíssimo) e o valor 9 reação positiva ao produto (gostei muitíssimo).

O teste Classificatório exigiu maior elaboração, desdobrando-se as características básicas para análise direcionada. A equipe treinada utilizou o conjunto de termos que consta nas Tabelas 1 e 2 para este direcionamento. A aparência fibrosa foi a característica mais interessante a ser observada, considerando-se o objetivo de que o produto apresentasse características de carnes. O produto não sofreu adição de corantes para a análise da cor.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO PARA OBTENÇÃO DA PROTEÍNA CRIOTEXTURIZADA DE SOJA (PCTS) (MASSON,1987)

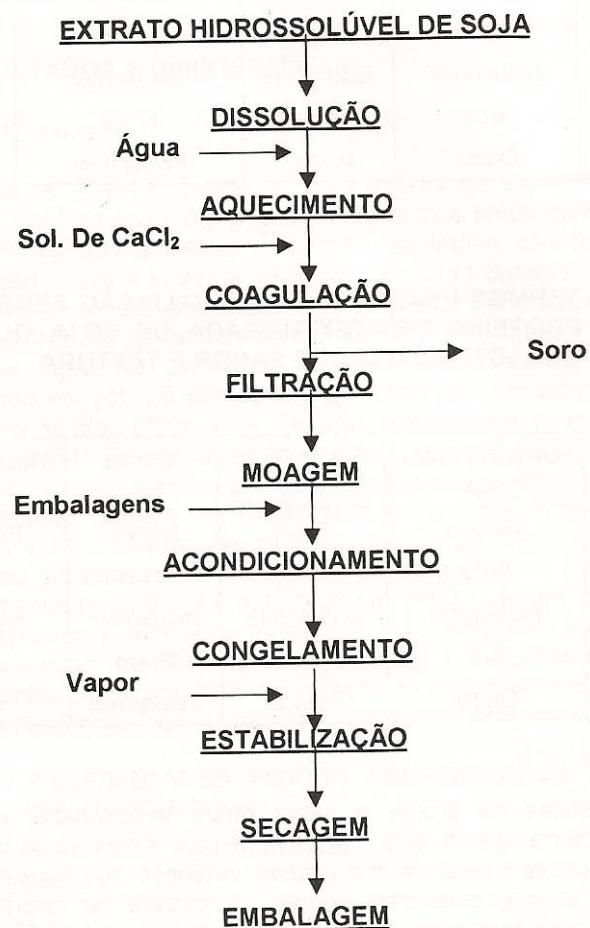


TABELA 1 - TERMOS USADOS PARA A AVALIAÇÃO SENSORIAL DA PROTEÍNA CRIOTEXTURIZADA DE SOJA QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS DE APARÊNCIA, COR, E AROMA

Escores	Aparência	Cor	Ausência aroma soja	Aroma Carne
1	Péssima	Fraca	Intenso	Perceptível
2	Ruim	Pálida	Forte	Fraco
3	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
4	Boa	Adequada	Fraco	Forte
5	Ótima	Intensa	Perceptível	Intenso

Fonte: MASSON (1987).

TABELA 2 - TERMOS USADOS PARA A AVALIAÇÃO SENSORIAL DA PROTEÍNA CRIOTEXTURIZADA DE SOJA QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS DE SABOR E TEXTURA

Escores	Ausência sabor soja	Sabor carne	Maciez	Mastigabilidade
1	Intenso	Fraca	Intenso	Perceptível
2	Ruim	Pálida	Forte	Fraco
3	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
4	Boa	Adequada	Fraco	Forte
5	Ótima	Intensa	Perceptível	Intenso

Fonte: MASSON (1987).

As características de aroma e sabor foram subdivididas em grupos referentes a carnes e soja, com o objetivo de reconhecer se os tratamentos seriam responsáveis pela maior ou menor retenção dos constituintes que caracterizam a soja, e também quanto a afinidade na incorporação de aromas e sabores de carnes. A característica de textura foi dividida em três componentes: maciez, mastigabilidade e suculência, todos desejáveis em produtos cárneos. A escala variou entre 1 e 5, sendo as características analisadas e os valores atribuídos a cada amostra de acordo com lista de adjetivos definida. As correções dos testes de Escala Hedônica, de Qualidade e Estruturada foram realizadas estatisticamente com o uso da Análise de variância e do teste de Tukey.

Foram medidas também propriedades físicas selecionadas de modo a se obter parâmetros de comparação com propriedades desejáveis de carnes. O poder de absorção de água, a densidade aparente, as análises microbiológica e química foram realizadas de acordo com a metodologia AOAC (1984).

Os testes sensoriais foram submetidos a Análise de Variância, exceto o teste Classificatório, cujo resultado é avaliado graficamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DO pH

Dos três valores de pH empregados, dois valores correspondem a região isoelettrica. O pH de valor 6,0 é o da maioria dos produtos cárneos. Os produtos obtidos das amostras na região isoelettrica não apresentaram homogeneidade, pois a proteína insolúvel, decantou durante o período de congelamento lento. As diferenças nas propriedades físicas não foram significativas (Tabela 3), demonstrando que o pH do meio não influiu na retenção de água ou densidade aparente. No entanto, a proteína criotexturizada em pH 4,5 apresentou o menor teor em carboidratos e o mais alto em lipídios (Tabela 4). Ocorreu exatamente o inverso com o material em pH 6,0. Da aplicação dos testes sensoriais (Tabela 5) pode-se observar que, as amostras em pH 4,5 e 5,0 diferiram entre si na qualidade geral do produto (Escala de Qualidade), e no teste Classificatório, a amostra em pH 4,5 não apresentou resultados positivos em relação a nenhuma das características analisadas, sendo a pior em aparência, cor, maciez e mastigabilidade. As amostras em pH 5,0 foram melhores em relação a aparência, maciez e mastigabilidade, enquanto as em pH 6,0 apresentaram maior equilíbrio em relação a cor e suculência. Como esta faixa apresentou maior equilíbrio em relação à características de textura, a mesma foi selecionada para obtenção de produto com melhor qualidade.

TABELA 3 - PROPRIEDADES FÍSICAS SELECIONADAS DA PCTS - INFLUÊNCIA DO pH

pH	PAA*	DA**
4,5	1,82 ^a	692,62 ^a
5,0	2,09 ^a	614,00 ^a
6,0	1,62 ^a	617,25 ^a

^{a,b} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

* Poder de Absorção de Água (valores expressos em gramas de água por gramas de produto).

** Densidade Aparente (valores expressos em gramas por litro).

TABELA 4 - INFLUÊNCIA DO pH SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PCTS

pH	Proteína (%)	Carboidratos (%)*	Lipídios (%)	Cinzas (%)
4,5	78,93	12,93	2,42	5,72
5,0	78,33	14,50	1,18	5,99
6,0	78,35	14,61	0,63	6,41

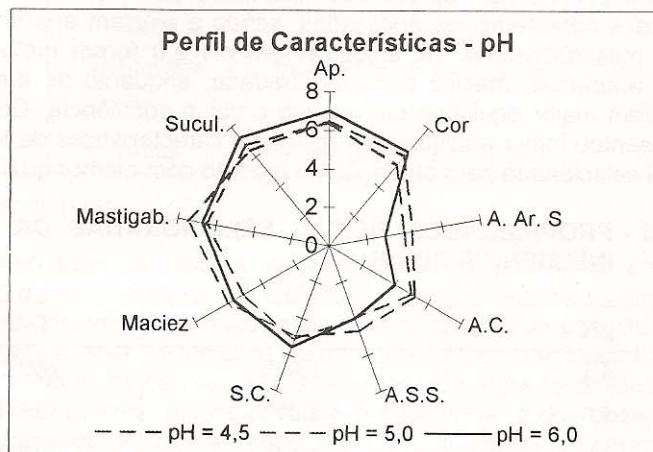
* Teor de carboidratos calculado por diferença.

TABELA 5 - RESULTADOS DOS TESTES DE AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA PCTS EM DIFERENTES VALORES DE pH

pH	Escala de Qualidade	Escala Estruturada	Escala Hedônica
4,5	4,22 ^b	6,83 ^a	5,02 ^a
5,0	5,69 ^a	6,22 ^a	5,70 ^a
6,0	5,05 ^{ab}	6,33 ^a	5,00 ^a

^{a,b} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

FIGURA 2 - TESTE CLASSIFICATÓRIO - PERFIL DE CARACTERÍSTICAS OBTIDO PARA PCTS EM DIFERENTES VALORES DE pH



Ap. = aparência; A.Ar.S. = ausência de aroma de soja; A.C. = aroma de carne; A.S.S. = ausência de sabor de soja; S.C. = sabor de carne; Mastigab. = mastigabilidade; Sucul. = suculência.

3.2 EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS

Foram estudadas três faixas de concentração: 10, 15 e 18% de sólidos. Não houve variação significativa quanto ao teor de sólidos nos valores de propriedades físicas selecionadas, exceto para a densidade aparente (Tabela 6). Não houveram diferenças significativas quanto a análise química, exceto para a faixa de 10% de sólidos (Tabela 7) com maior concentração de lipídios e menor em carboidratos (solubilização mais fácil). Na avaliação sensorial das amostras os resultados diferiram significativamente em relação aos testes de escala (Tabela 8). Na concentração de 15% de sólidos obteve-se melhor qualidade (Escala de Qualidade) e preferência no teste de Escala Hedônica. A amostra com 10% de sólidos apresentou baixa preferência e maior rigidez quanto a textura. No Perfil de Características das amostras confirma-se o resultado, apesar de apresentar a melhor aparência e cor, a PCTS a 10% de sólidos, apresentou piores escores quanto às características de maciez e suculência. A PCTS a 15% de sólidos apresentou escores equilibrados quanto às características de textura, aparência e cor. A PCTS a 18% de sólidos foi a melhor quanto a mastigabilidade e suculência, mas a pior quanto a cor e aparência (Figura 3).

TABELA 6 - PROPRIEDADES FÍSICAS SELECIONADAS DA PCTS - INFLUÊNCIA DO TEOR DE SÓLIDOS

Teor de sólidos (%)	PAA*	DA**
10	1,99 ^a	614,00 ^{ab}
15	1,93 ^a	533,50b
18	2,02 ^a	857,30a

a,b Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

* Poder de Absorção de Água (valores expressos em gramas de água por gramas de produto).

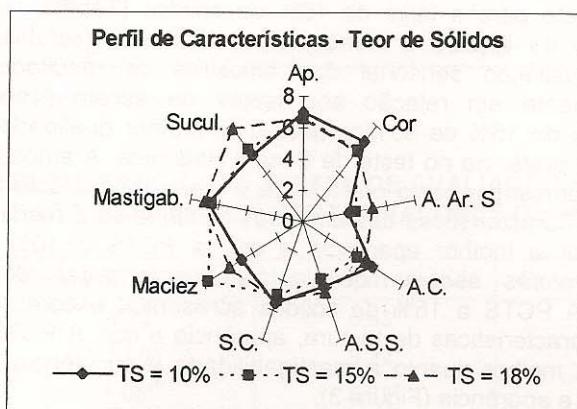
** Densidade Aparente (valores expressos em gramas por litro).

TABELA 7 - INFLUÊNCIA DO TEOR DE SÓLIDOS SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PCTS

Teor de sólidos (%)	Proteína (%)	Carboidratos (%)*	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
10	78,96	12,93	5,72	2,41
15	78,48	14,58	6,06	0,88
18	78,07	14,54	6,70	0,70

* Teor de carboidratos calculado por diferença.

FIGURA 3 - TESTE CLASSIFICATÓRIO - PERFIL DE CARACTERÍSTICAS OBTIDO PARA PCTS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS



Ap. = aparência;
 A.Ar.S. = ausência de aroma de soja;
 A.C. = aroma de carne;
 A.S.S. = ausência de sabor de soja;
 S.C. = sabor de carne;
 Mastigab. = mastigabilidade; Sucul. = suculência).

TABELA 8 - RESULTADOS DOS TESTES DE AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA PCTS EM DIFERENTES TEORES DE SÓLIDOS

Teor de sólidos (%)	Escala de Qualidade	Escala Estruturada	Escala Hedônica
4,5	4,50 ^b	7,41 ^d	3,78 ^a
5,0	5,48 ^a	5,86 ^e	6,16 ^a
6,0	4,97 ^{ab}	6,14 ^{de}	5,62 ^a

^{a,b} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.
^{e,d} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 1% de significância.

3.3 EFEITO DA TEMPERATURA DE CONGELAMENTO

O congelamento foi realizado em duas temperaturas, -15 e -25 °C. A intenção era de obter condições de velocidade de congelamento lento, e ainda com direcionamento do crescimento dos cristais. A temperatura de congelamento não foi variável importante no que se refere às propriedades físicas selecionadas, como se pode constatar na Tabela 9. No entanto a -15 °C houve menor concentração de carboidratos na PCTS e teor de lipídios mais elevado (Tabela 10). As características sensoriais, de acordo com os resultados dos testes de escala e do teste classificatório (Tabela 11 e Figura 4), também não diferiram significativamente quanto a esta variável, tendo sido selecionada a temperatura de -15 °C, para se obter condições de congelamento lento.

TABELA 9 - PROPRIEDADES FÍSICAS SELECIIONADAS DA PCTS - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CONGELAMENTO

Temperatura (°C)	PAA*	DA**
-15	1,88 ^a	566,44 ^a
-20	2,09 ^a	770,11 ^a

^{a,b} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

* Poder de Absorção de Água (valores expressos em gramas de água por gramas de produto).

** Densidade Aparente (valores expressos em gramas por litro).

TABELA 10 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CONGELAMENTO SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PCTS

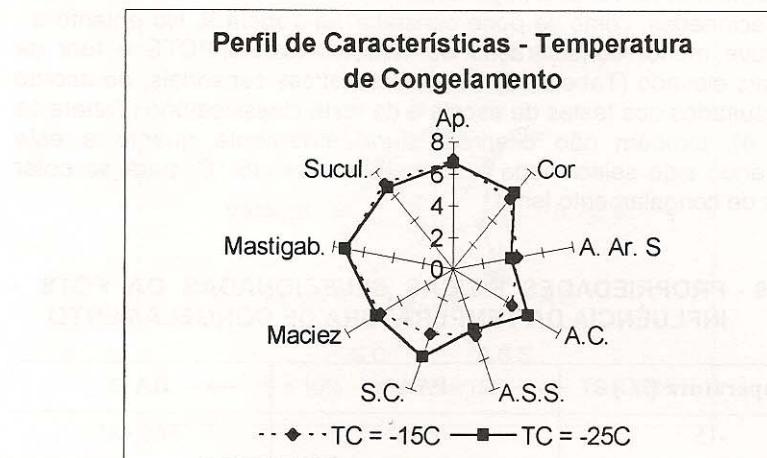
Temperatura (°C)	Proteína (%)	Carboidratos (%)*	Lipídios (%)	Cinzas (%)
-15	78,85	12,72	6,08	2,35
-20	78,63	14,20	6,05	1,12

* Teor de carboidratos calculado por diferença.

Na análise microbiológica todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

A caracterização das texturas obtidas nas diferentes condições de processamento, pode ser visualizada na Figura 5. Os provadores identificaram vários tipos de texturas relacionadas com produtos cárneos, peixe e carne de frango.

FIGURA 4 - TESTE CLASSIFICATÓRIO - PERFIL DE CARACTERÍSTICAS OBTIDO PARA PCTS EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE CONGELAMENTOS



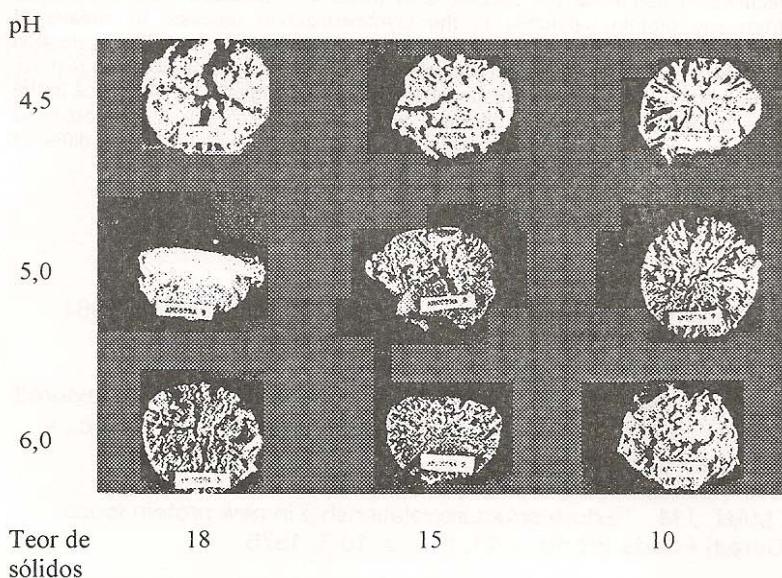
Ap. = aparência;
 A.Ar.S. = ausência de aroma de soja;
 A.C. = aroma de carne;
 A.S.S. = ausência de sabor de soja;
 S.C. = sabor de carne;
 Mastigab. = mastigabilidade; Sucul. = suculência).

TABELA 11 - RESULTADOS DOS TESTES DE AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA PCTS PRODUZIDA EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE CONGELAMENTO

Temperatura (°C)	Escala de Qualidade	Escala Estruturada	Escala Hedônica
-15	5,30 ^a	6,59 ^a	5,06 ^a
-20	4,70 ^a	6,35 ^a	5,42 ^a

^{a,b} Representam valores obtidos da média de seis amostras; letras diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

FIGURA 5 - AMOSTRAS DE PROTEÍNAS CRIOTEXTURIZADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE pH E TEOR DE SÓLIDOS



4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho concluiu-se que:

- A proteína de soja pode ser texturizada aplicando-se o processo de congelamento;
- Para obtenção de estruturas fibrosas é necessário utilizar método de congelamento lento;
- O pH em que a proteína é texturizada influencia a aparência, a cor e a qualidade, mas não a textura;
- O teor de sólidos em que a proteína é texturizada determina o tipo de textura obtida, por interferir na cristalização da água;
- No processo de criotexturização ocorre a diminuição do teor de polissacarídios, o que contribui para diminuição do sabor e aroma de soja característicos.

Abstract

It was objectified to determine the conditions in which it is obtained meat-substitutive products from soy protein submitted to the cryotexturization process, by means of balancing the solid content in the dispersion, pH, and freezing temperature. The evaluation of the products was performed by sensorial analysis, with attention to the obtained texture. The content of solids was the variable responsible for the most significative influence in the quality of the obtained texture. In agreement with the solid content, it was obtained differentiated textures, which were analyzed by a trained group characterized by different kinds of meats, as fish and poultry.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AOAC. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, 1984. 1141 p.
- 2 CAMPBELL, M.F. Processing and product characteristics for textured soy flours, concentrates, and isolates. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 58, n. 3, p. 336-8, 1981.
- 3 DE MAN, J.M. Texture-structure relationship in new protein foods. **Cereal Foods World**, v. 21, n. 1, p. 10-3, 1976.
- 4 LAWRENCE, R., CONSOLACION, F., JELEN, P. Formation of structured protein foods by freeze-texturization. **Food Technology**, v. 33, n. 11, p. 77-83, 1986.
- 5 MARKLEY, K.S. **Soybeans and soybeans products**. New York : Interscience, 1950. 2 v.
- 6 MASSON, M.L. **Estudo do processo de criotexturização de proteinas de soja**. Paraná, 1987. 68 p. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.
- 7 MIYAWAKI, O., ABE, T., YANO, T. Freezing and ice structure formed in protein gels. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 56, n. 6, p. 953-957, 1992.
- 8 EUROPEAN PATENT APPLICATION, Saito Morikawa e T. I. Hirotsuka. **Soybean protein material and process for production thereof**. EP 0 650 668 A1 (EP0650668A1). Japan, Patent Fuji Oil, Osaka-fu 5421995.
- 9 WOLF, W.J. Physical and chemical properties of soybeans proteins. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 54, p. 112a-117a, 1972.